

8.2.31 Pneumatische Ventilsteuerung (Subsystem) – Kategorie 4 – PL e (Beispiel 31)

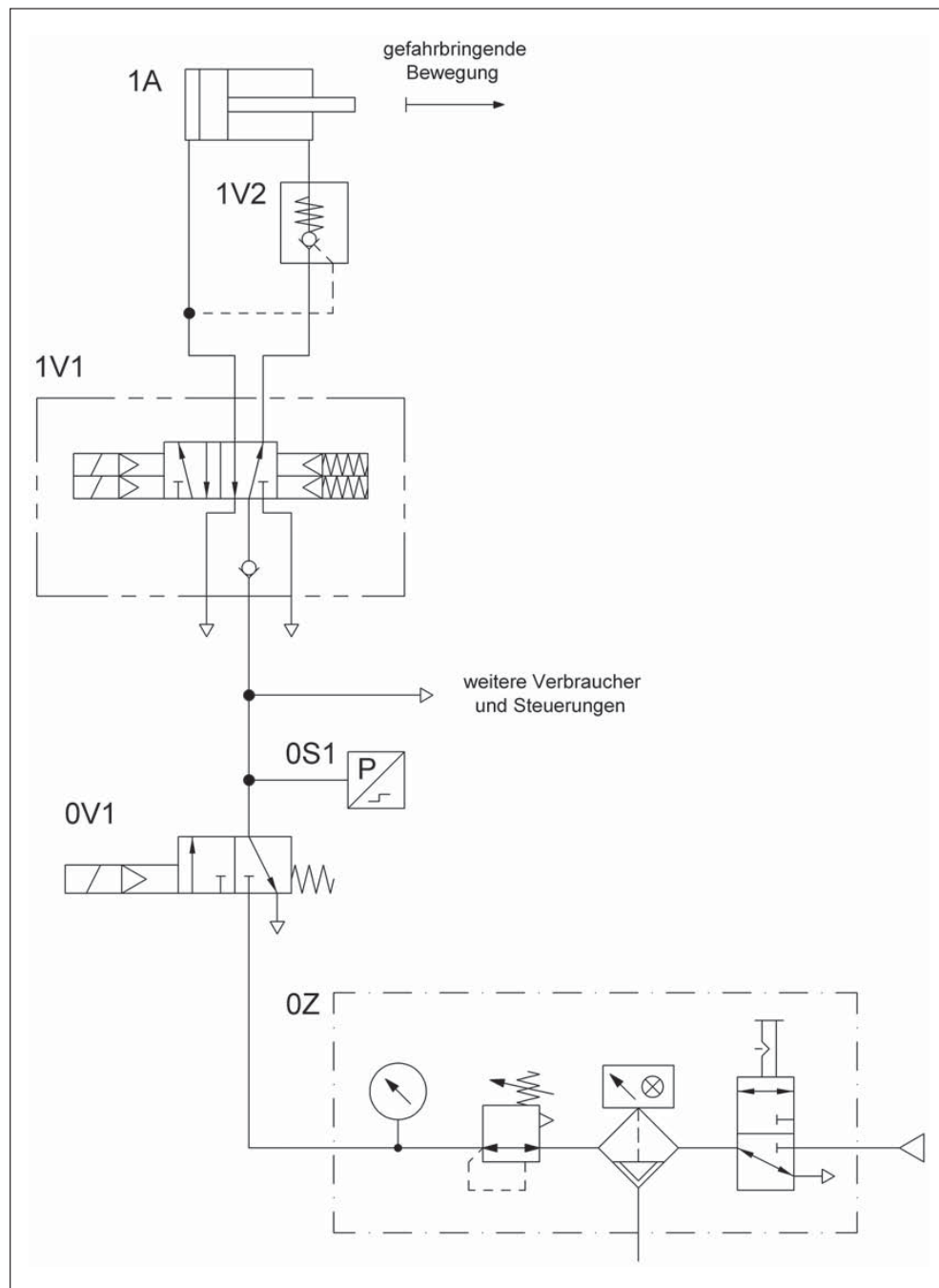
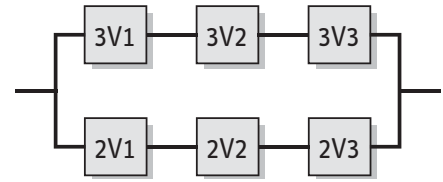


Abbildung 8.50:
Getestete pneumatische
Ventile zur redundanten
Steuerung von gefahr-
bringenden Bewegungen

Sicherheitsfunktionen

- Sicherheitsbezogene Funktion: Reversieren der gefährbringenden Bewegung und Verhinderung des ungewollten Anlaufs aus der Ruhelage
- Hier ist nur der pneumatische Steuerungsteil als Subsystem gezeigt. Für die komplette Sicherheitsfunktion sind weitere sicherheitsbezogene Steuerungsteile (z.B. Schutzeinrichtungen und elektrische Logik) als Subsysteme hinzuzufügen.



Funktionsbeschreibung

- Gefährbringende Bewegungen werden durch eine selbstüberwachte Ventilkombination 1V1 gesteuert, in Verbindung mit einem entsperrenbaren Rückschlagventil 1V2 (bei Ausfall der Druckluft und äußeren Kräften von Bedeutung).
- Ein Bauteilausfall innerhalb der Ventilkombination führt nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion.
- Beide in 1V1 enthaltenen Vorsteuerventile der Ventilkombination werden getrennt angesteuert. Nach Wegnahme mindestens eines Steuersignals erfolgt immer eine Reversierung der Bewegung.
- Der einzelne Fehler innerhalb der Ventilkombination führt zu einer Selbsthemmung im sicheren Zustand und wird daher im Arbeitsprozess erkannt; ein Einleiten der nächsten gefährbringenden Bewegung wird verhindert.
- Die Ventilkombination 1V1 kann auch durch mehrere Ventile mit einer entsprechenden Verknüpfung und einer entsprechenden Stellungsabfrage der Schaltstellungen aufgebaut werden.
- Kann durch eingesperrte Druckluft eine weitere Gefährdung auftreten, sind weitere Maßnahmen erforderlich.

Konstruktive Merkmale

- Grundlegende und bewährte Sicherheitsprinzipien sowie die Anforderungen der Kategorie B sind eingehalten.
- 1V1 ist eine selbstüberwachte Ventilkombination mit mechanisch getrennten integrierten Vorsteuerventilen und pneumatisch/mechanisch realisierter Fehlererkennung mit integriertem Rückschlagventil in der P-Leitung.
- Die sicherheitsgerichtete Schaltstellung wird durch Wegnahme der Steuersignale erreicht.
- Das entsperrenbare Rückschlagventil 1V2 ist möglichst im Zylinder eingeschraubt.
- Die Fehlererkennung innerhalb der Ventilkombination erfüllt entsprechende Anforderungen an den Fehlerfall.

Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeit

Die Ventilkombination 1V1 besteht aus zwei Ventilkämen mit jeweils drei verbundenen Ventilen. Diese sind im Blockschaltbild bezeichnet mit 2V1, 2V2 und 2V3 sowie 3V1, 3V2 und 3V3.

- $MTTF_d$: Für jedes der Ventile der Ventilkombination 1V1 wird ein B_{10d} -Wert von 20 000 000 Zyklen [N] angenommen. Bei 240 Arbeitstagen, 16 Arbeitsstunden und 10 Sekunden Zykluszeit ist $n_{op} = 1\,382\,400$ Zyklen/Jahr und $MTTF_d = 144$ Jahre. Dies ergibt einen $MTTF_d$ -Wert pro Kanal von 48 Jahren („hoch“).
- DC_{avg} : $DC = 99\%$ für 1V1 ergibt sich über eine Zwangsführung der beiden Ventilkämen bei gleichzeitigem internen Kreuzvergleich des Steuerdruckes (Steuerdrucküberwachung). Damit ergibt sich ein DC_{avg} von ebenfalls 99 % („hoch“).
- Ausreichende Maßnahmen gegen Ausfälle infolge gemeinsamer Ursache (65 Punkte): Trennung (15), Schutz gegen Überspannung usw. (15) und Umgebungsbedingungen (25 + 10)
- Die Kombination der pneumatischen Steuerungselemente entspricht Kategorie 4 mit hoher $MTTF_d$ (48 Jahre) und hohem DC_{avg} (99 %). Damit ergibt sich eine mittlere Wahrscheinlichkeit gefährlicher Ausfälle von $5,60 \cdot 10^{-8}$ /Stunde. Dies entspricht PL e. Nach Hinzufügen weiterer sicherheitsbezogener Steuerungsteile als Subsysteme zur Vervollständigung der Sicherheitsfunktion wird der PL unter Umständen geringer.
- Unter Berücksichtigung der oben aufgeführten Abschätzung zur sicheren Seite ergibt sich für die verschleißbehaftete Ventilkombination 1V1 ein Wert von 14 Jahren (T_{10d}) für den vorgesehenen Austausch.